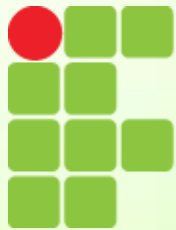


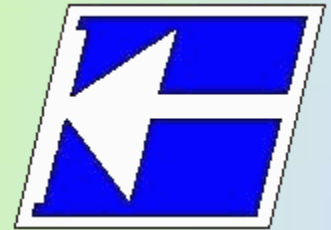
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Departamento Acadêmico de Eletrônica

Projeto de Fontes Chaveadas



**INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA**



Parte 1 – Fontes Lineares

Projeto de Magnéticos

Projeto Térmico

PCBs e Layout

Proteções

Prof. Clóvis Antônio Petry.

Florianópolis, fevereiro de 2009.

Bibliografia para esta aula



Disciplina de Retificadores

Clóvis Antônio Petry - HomePage - Internet Explorer provided by Dell

CAUsers\Petry\Documents\Pagina_2008\index.html

File Edit View Favorites Tools Help

Clóvis Antônio Petry - HomePage

Principal
Eventos
Links
Autor
Contato

10 anos
compartilhando conteúdo

Procure documentos nesta página

Ensinso Pesquisa Ic&Tec Base Dados

Conversores Estáticos

Plano de Ensino (2008/1)

Baixe o plano de ensino da disciplina:

Datas das Avaliações

- Primeira avaliação = 24/03/2008
- Segunda avaliação = 16/04/2008
- Terceira avaliação = 21/05/2008
- Quarta avaliação = 25/06/2008

Notas da Disciplina

Acesse aqui:

Dúvidas, entre em contato:
petry@cefetsc.edu.br

Notas de Aula

Projeto do Curso

Baixe o projeto do CST em Sistemas Eletrônicos aqui:

Done Computer | Protected Mode: Off 100%

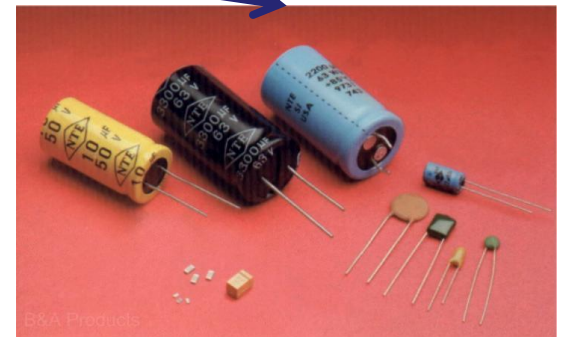
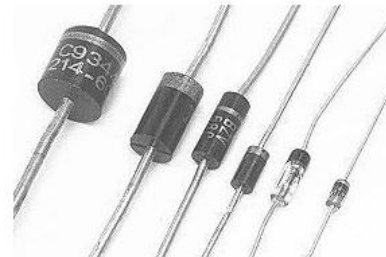
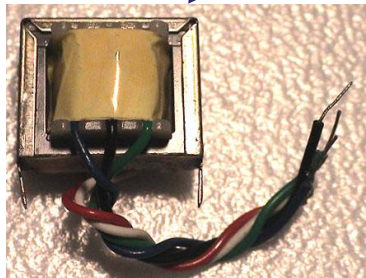
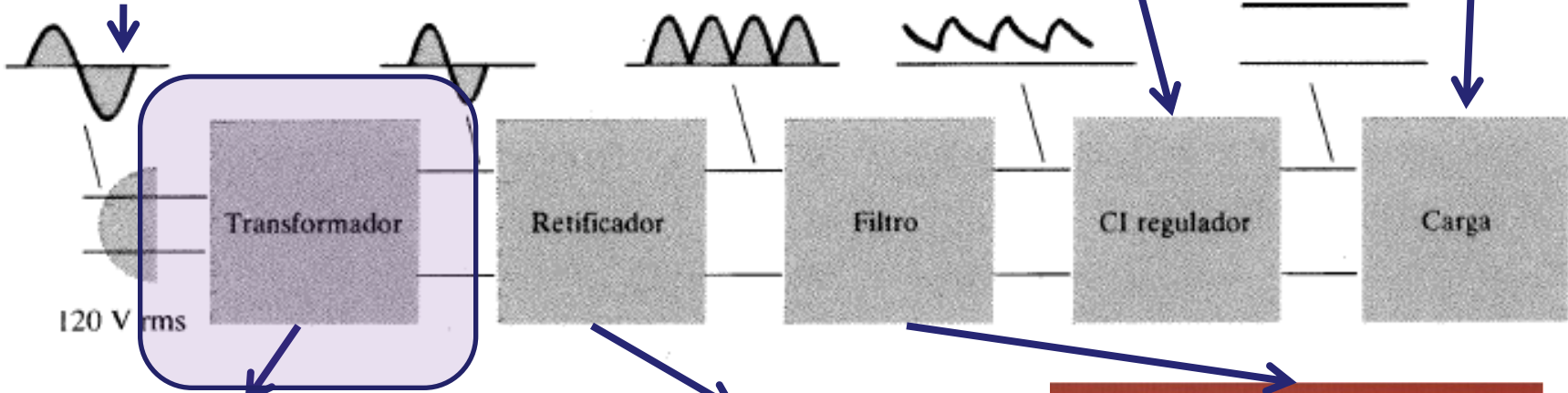
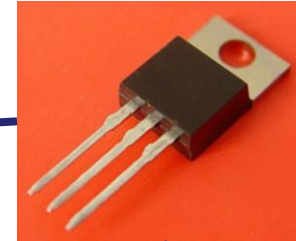
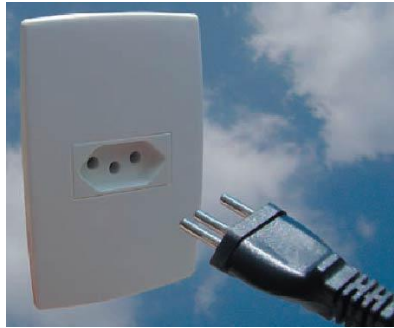
www.cefetsc.edu.br/~petry

Nesta aula

Parte 1 – Fontes lineares:

1. Projeto de magnéticos;
2. Projeto térmico;
3. PCBs e layout;
4. Proteções.

Nesta aula



Projeto de transformadores

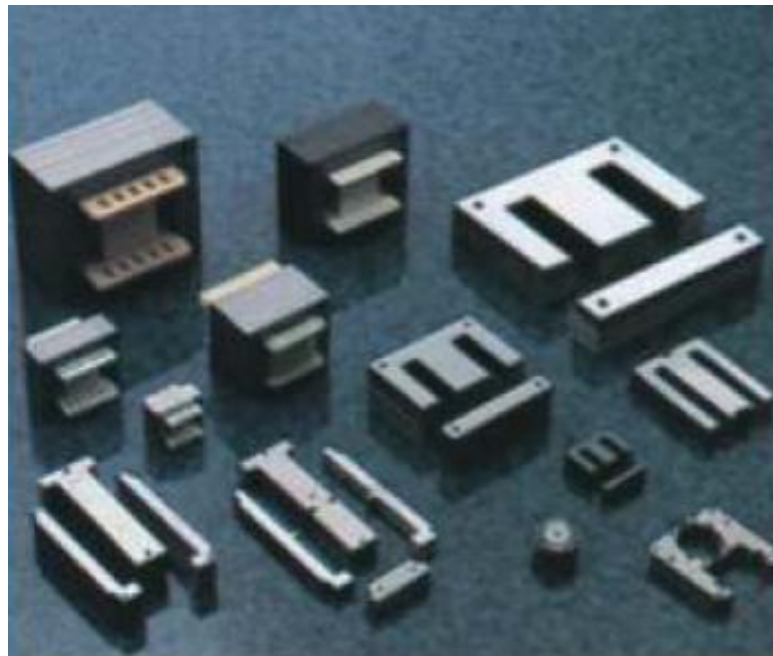
O projeto de um transformador depende:

- Da frequência de operação;
- Tensão e potência de operação;
- Dos locais de instalação;
- Entre outros....

Projeto de transformadores de baixa frequência

Projetando um transformador de baixa frequência e baixa potência:

- Transformador isolador;
- Transformador para fontes de alimentação;
- Transformador para medidas elétricas;
- Entre outros....



Projeto de transformadores de baixa frequência

Características do núcleo:

- Perdas p/ chapas de cristais não orientados – 2,7% de silício
 - @ 400 Hz; 1,3 T = 7,5 W/kg;
- Perdas p/ chapas de cristais orientados – 3,1% de silício
 - @ 400 Hz; 1,3 T = 2 W/kg.

AÇOS SILICIOSOS DE GRÃO NÃO ORIENTADO

O aço silicioso GNO totalmente processado apresenta suas propriedades magnéticas plenamente desenvolvidas.

O produto possui excelente valor de permeabilidade, baixas perdas magnéticas e pode ser fornecido com revestimento isolante.

É matéria prima utilizada na fabricação dos núcleos de geradores e motores elétricos, reatores para sistemas de iluminação, medidores de energia, compressores herméticos para geladeiras e freezers, além de outros equipamentos elétricos.



AÇOS SILICIOSOS DE GRÃO ORIENTADO

O aço silicioso GO foi desenvolvido para alcançar baixas perdas e elevada permeabilidade magnética, requeridas para maior eficiência dos equipamentos e economia de energia elétrica. Aplicado basicamente na fabricação dos núcleos de transformadores, também é utilizado em reatores de potência, hidrogeradores e turbogeradores. A principal característica deste produto é apresentar excelentes propriedades magnéticas na direção de laminação.

Projeto de transformadores de baixa frequência

Características do núcleo:



Aço Silício GO
Características magnéticas típicas

Designação Acesita	Espessura Thickness (mm)	Perda magnética Core Loss (W/Kg)				Indução magnética mínima (T)			
		1,5T		1,7T		B800	B2500	B5000	B10000
		50Hz	60Hz	50Hz	60Hz				
E004	0,27	0,78	1,02	1,13	1,47	1,85	1,92	1,96	1,97
E005	0,30	0,83	1,09	1,18	1,55	1,85	1,93	1,97	1,98

Projeto de transformadores de baixa frequência

Características do núcleo:

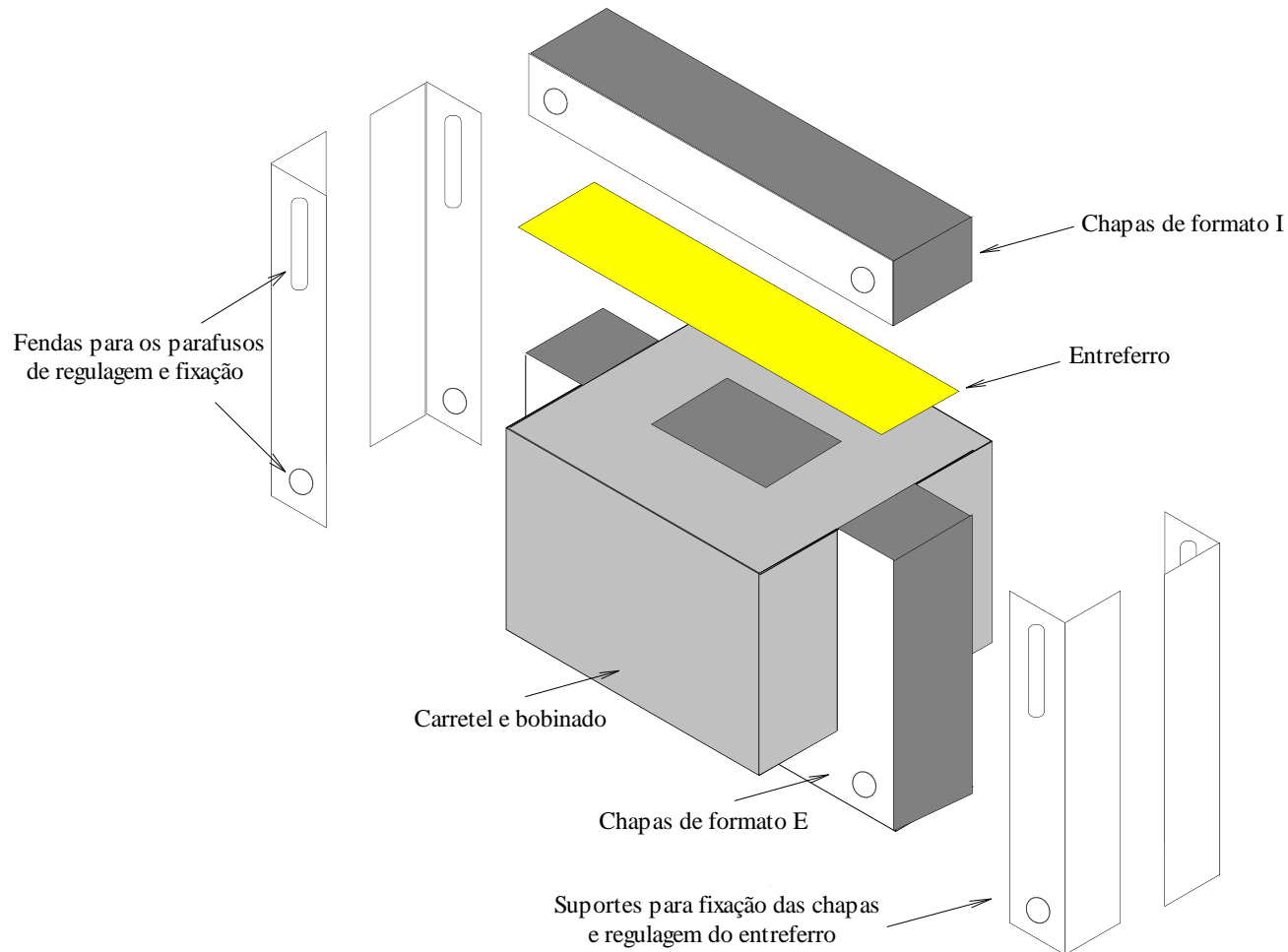


Aço Silício GNO
Características Magnéticas Típicas

Espessura Thickness (mm)	Designação Acesita Acesita Grade	Perda magnética Core Loss (W/Kg)				Indução Magnética Magnetic Induction (T)		
		1,0T		1,5T		B2500	B5000	B10000
		50Hz	60Hz	50Hz	60Hz			
0,64	E230	1,80	2,34	4,10	5,30	1,59	1,67	1,79
	E185	1,76	2,29	4,00	5,23		1,68	
	E170	1,71	2,23	3,95	5,14	1,60	1,69	1,80
	E157	1,59	2,09	3,51	4,63			
0,50	E233*	1,40	1,79	3,09	3,98	1,66	1,75	1,86
	E230	1,55	1,98	3,57	4,57	1,60	1,69	1,80
	E185	1,45	1,85	3,35	4,29			
	E170	1,35	1,72	3,07	3,91	1,59	1,68	1,79
	E157	1,29	1,65	2,96	3,80			
	E145	1,27	1,62	2,93	3,73			
	E137	1,24	1,58	2,85	3,65	1,58	1,67	1,78
	E125	1,07	1,37	2,70	3,43			
	E115	1,04	1,34	2,59	3,32	1,54	1,63	1,75
	E110	1,01	1,30	2,51	3,23			
E105	0,94	1,25	2,42	3,11				
0,35	E170	1,15	1,44	2,93	3,81	1,62	1,71	1,83
	E157	1,14	1,43	2,87	3,58			
	E145	1,08	1,35	2,82	3,52	1,59	1,70	1,81
	E137	1,02	1,28	2,66	3,34		1,68	1,80
	E125	0,94	1,18	2,50	3,13			

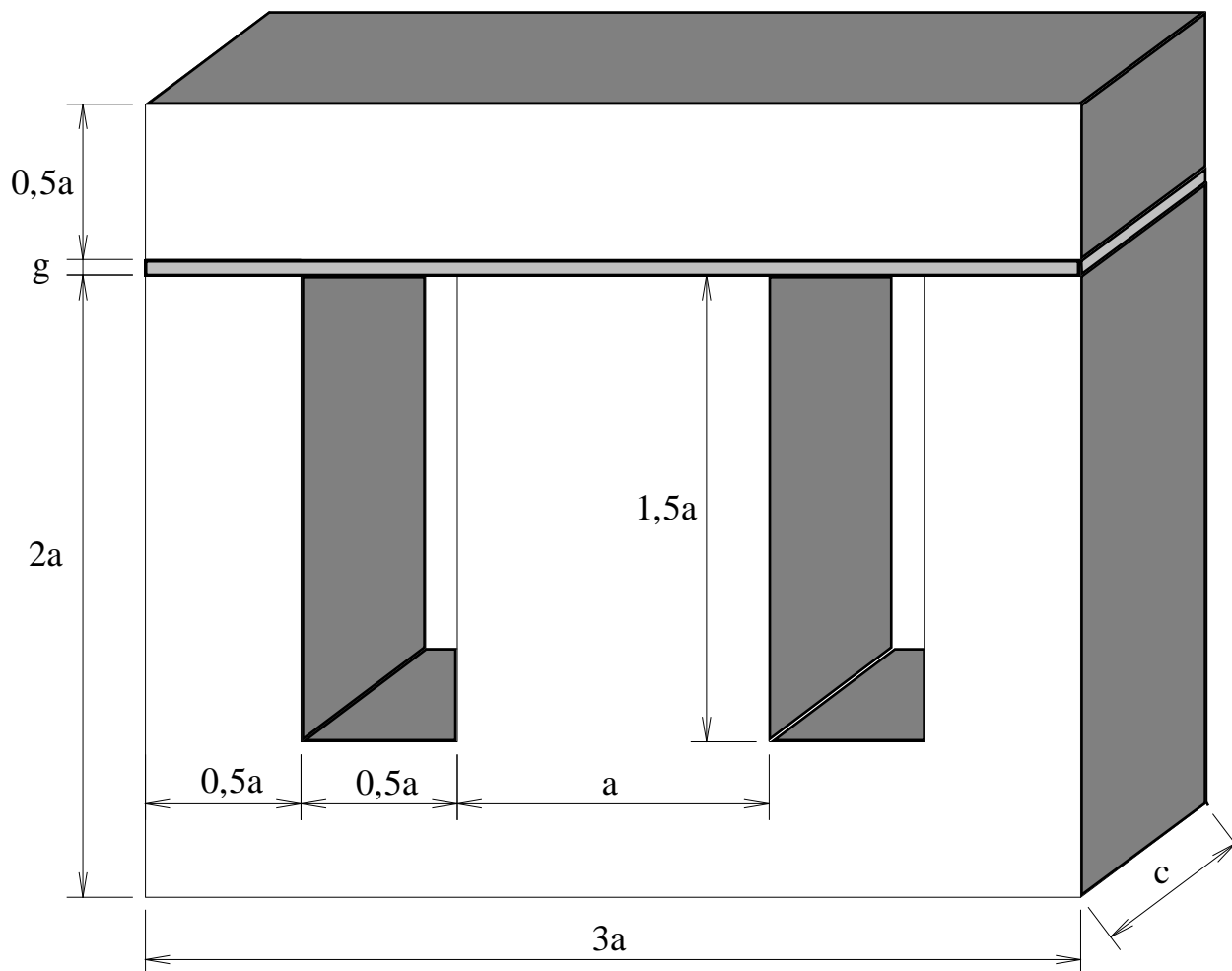
Projeto de transformadores de baixa frequência

Montagem do núcleo (com entreferro):



Projeto de transformadores de baixa frequência

Montagem do núcleo (com entreferro):



Projeto de transformadores de baixa frequência

Tamanhos padrão de carretéis EI:

a [cm]	a x c [cm x cm]	Alt. x Larg. x Comp. [cm x cm x cm]
1,6	1,6 x 1,6	4,00 x 4,8 x 3,2
1,6	1,6 x 2,2	4,00 x 4,8 x 3,8
1,6	1,6 x 2,3	4,00 x 4,8 x 3,9
1,9	1,9 x 1,9	4,75 x 5,7 x 3,8
1,9	1,9 x 2,2	4,75 x 5,7 x 4,1
2,2	2,2 x 2,2	5,50 x 6,6 x 4,4
2,2	2,2 x 3,0	5,50 x 6,6 x 5,2
2,5	2,5 x 2,5	6,25 x 7,5 x 5,0
2,9	2,9 x 2,9	7,25 x 8,7 x 5,8
3,2	2,9 x 3,8	8,00 x 9,6 x 6,7
3,2	3,2 x 3,2	8,00 x 9,6 x 6,4
3,2	3,2 x 3,8	8,00 x 9,6 x 7,0
3,2	3,2 x 5,0	8,00 x 9,6 x 8,2

Projeto de transformadores de baixa frequência

1) Dados de entrada:

$V_i = 100V$ Tensão de entrada;

$V_o = 100V$ Tensão de saída;

$S_o = 15VA$ Potência de saída;

$F_r = 60 Hz$ Frequência de operação;

$B_m = 11300G$ Fluxo máximo;

$d = 4,5 A/mm^2$ Densidade de corrente;

$a = 1,9 cm$ Largura da perna central do núcleo;

$c = 2,2 cm$ Comprimento do núcleo;

$N = 1$ Relação de transformação.

Projeto de transformadores de baixa frequência

2) Cálculo da seção geométrica do núcleo:

$$S_g = a \cdot c = 1,9 \cdot 2,2$$

$$S_g = 4,18 \text{ cm}^2$$

3) Cálculo da seção magnética do núcleo:

$$S_m = 0,9 \cdot S_g = 0,9 \cdot 4,18$$

$$S_m = 3,762 \text{ cm}^2$$

4) Cálculo da potência do transformador:

$$S = \left(\frac{S_m}{7,5} \right)^2 \cdot F_r = \left(\frac{3,762}{7,5} \right)^2 \cdot 60$$

$$S = 15,096 \text{ VA}$$



Projeto de transformadores de baixa frequência

5) Cálculo do número de espiras:

$$N_p = \frac{10^8 \cdot V_i}{4,44 \cdot B_m \cdot S_m \cdot F_r} = \frac{10^8 \cdot 100}{4,44 \cdot 11300 \cdot 3,762 \cdot 60}$$

$$N_p = 884 \text{ espiras}$$

$$N_s = \frac{N_p}{N} = \frac{884}{1}$$

$$N_s = 884 \text{ espiras}$$

Projeto de transformadores de baixa frequência

6) Cálculo das correntes (valores eficazes):

$$I_p = \frac{S_o}{V_i} = \frac{15}{100}$$

$$I_p = 0,15 A$$

$$I_s = \frac{S_o}{V_s} = \frac{15}{100}$$

$$I_s = 0,15 A$$

Projeto de transformadores de baixa frequência

7) Escolha da seção dos condutores:

$$S_p = \frac{I_p}{d} \cdot 10^{-2} = \frac{0,15}{4,5} \cdot 10^{-2}$$

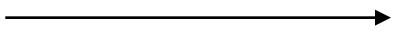
$$S_p = 3,333 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$$



Fio 32 AWG

$$S_s = \frac{I_s}{d} \cdot 10^{-2} = \frac{0,15}{4,5} \cdot 10^{-2}$$

$$S_s = 3,333 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$$



Fio 32 AWG

Dados do fio 32 AWG:

$$S_{\text{cobre}} = 0,000320 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{isol}} = 0,000459 \text{ cm}^2$$

$$D_{\text{isol}} = 0,024 \text{ cm}$$

Projeto de transformadores de baixa frequência

8) Cálculo do fator de ocupação:

$$F_o = \frac{0,75 \cdot a^2}{S_{isol} \cdot N_p + S_{isol} \cdot N_s} = \frac{0,75 \cdot 1,9^2}{0,000459 \cdot 884 + 0,000459 \cdot 884}$$

$$F_o = 3,336$$



Projeto de transformadores de baixa frequência

Exemplo:

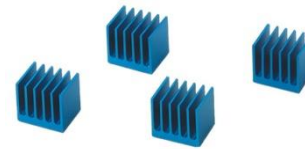
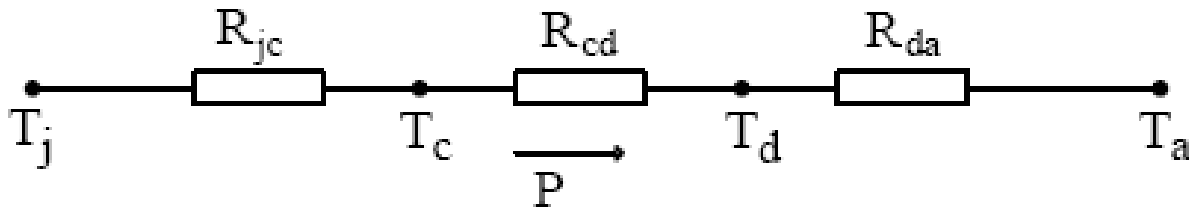
- Projetar um transformador com as características:
 - 110/220 V de entrada;
 - 12 + 12 V de saída;
 - Corrente eficaz de 1 A nos secundários;
 - Frequência da rede de 60 Hz.



Projeto térmico

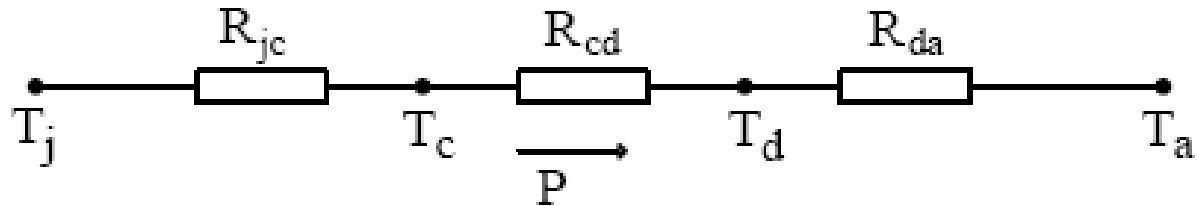
Cálculo térmico:

- Objetivo de verificar a necessidade de uso de dissipador de calor ou não.
- Modelo térmico:



- T_j = temperatura na junção ($^{\circ}\text{C}$);
- T_c = temperatura na cápsula ($^{\circ}\text{C}$);
- T_d = temperatura no dissipador ($^{\circ}\text{C}$);
- T_a = temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$);
- R_{jc} = resistência térmica entre junção e cápsula ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$);
- R_{cd} = resistência térmica entre cápsula e dissipador ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$);
- R_{da} = resistência térmica entre dissipador e ambiente ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$);
- P = potência dissipada no componente (W).

Projeto térmico



$$R_{ja} = R_{jc} + R_{cd} + R_{da}$$

$$T_j - T_a = R_{ja} \cdot P \implies R_{ja} = \frac{T_j - T_a}{P}$$

$$R_{da} = R_{ja} - R_{jc} - R_{cd}$$

Projeto térmico

Exemplo:

- Determinar o dissipador necessário:
 - Diodo MSR15660;
 - Corrente média = eficaz = 10 A;
 - Temperatura ambiente de 35 °C;
 - Considerar $R_{cd} = 1 \text{ °C/W}$;
 - Considerar apenas as perdas por condução.



PCBs e layout

Tabela de conversão:

1 polegada = 2,54 centímetros

1 in = 2,54 cm

2,54 cm = 25,4 mm

1 mil = 0,025 mm

10 mil = 0,25 mm

20 mil = 0,50 mm

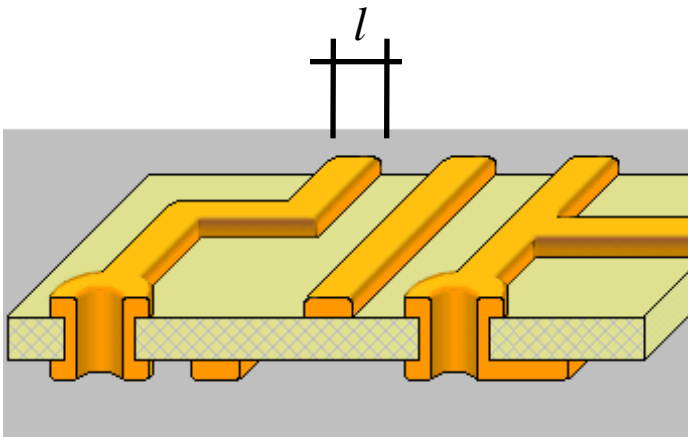
30 mil = 0,75 mm

40 mil = 1,0 mm

50 mil = 1,25 mm

Mils	mm	Mils	mm	Mils	mm	Mils	mm
020 mils	0.5 mm	122 mils	3.1 mm	224 mils	5.7 mm	327 mils	8.3 mm
024 mils	0.6 mm	126 mils	3.2 mm	228 mils	5.8 mm	331 mils	8.4 mm
028 mils	0.7 mm	130 mils	3.3 mm	232 mils	5.9 mm	335 mils	8.5 mm
032 mils	0.8 mm	134 mils	3.4 mm	236 mils	6.0 mm	339 mils	8.6 mm
035 mils	0.9 mm	138 mils	3.5 mm	240 mils	6.1 mm	343 mils	8.7 mm
039 mils	1.0 mm	142 mils	3.6 mm	244 mils	6.2 mm	346 mils	8.8 mm
043 mils	1.1 mm	146 mils	3.7 mm	248 mils	6.3 mm	350 mils	8.9 mm
047 mils	1.2 mm	150 mils	3.8 mm	252 mils	6.4 mm	354 mils	9.0 mm
051 mils	1.3 mm	154 mils	3.9 mm	256 mils	6.5 mm	358 mils	9.1 mm
055 mils	1.4 mm	157 mils	4.0 mm	260 mils	6.6 mm	362 mils	9.2 mm
059 mils	1.5 mm	161 mils	4.1 mm	264 mils	6.7 mm	366 mils	9.3 mm
063 mils	1.6 mm	165 mils	4.2 mm	268 mils	6.8 mm	370 mils	9.4 mm
067 mils	1.7 mm	169 mils	4.3 mm	272 mils	6.9 mm	374 mils	9.5 mm
071 mils	1.8 mm	173 mils	4.4 mm	276 mils	7.0 mm	378 mils	9.6 mm
075 mils	1.9 mm	177 mils	4.5 mm	280 mils	7.1 mm	382 mils	9.7 mm
078 mils	2.0 mm	181 mils	4.6 mm	283 mils	7.2 mm	386 mils	9.8 mm
082 mils	2.1 mm	185 mils	4.7 mm	287 mils	7.3 mm	388 mils	9.9 mm
086 mils	2.2 mm	189 mils	4.8 mm	291 mils	7.4 mm	394 mils	10.0 mm
090 mils	2.3 mm	193 mils	4.9 mm	295 mils	7.5 mm	398 mils	10.1 mm
094 mils	2.4 mm	197 mils	5.0 mm	299 mils	7.6 mm	402 mils	10.2 mm

PCBs e layout

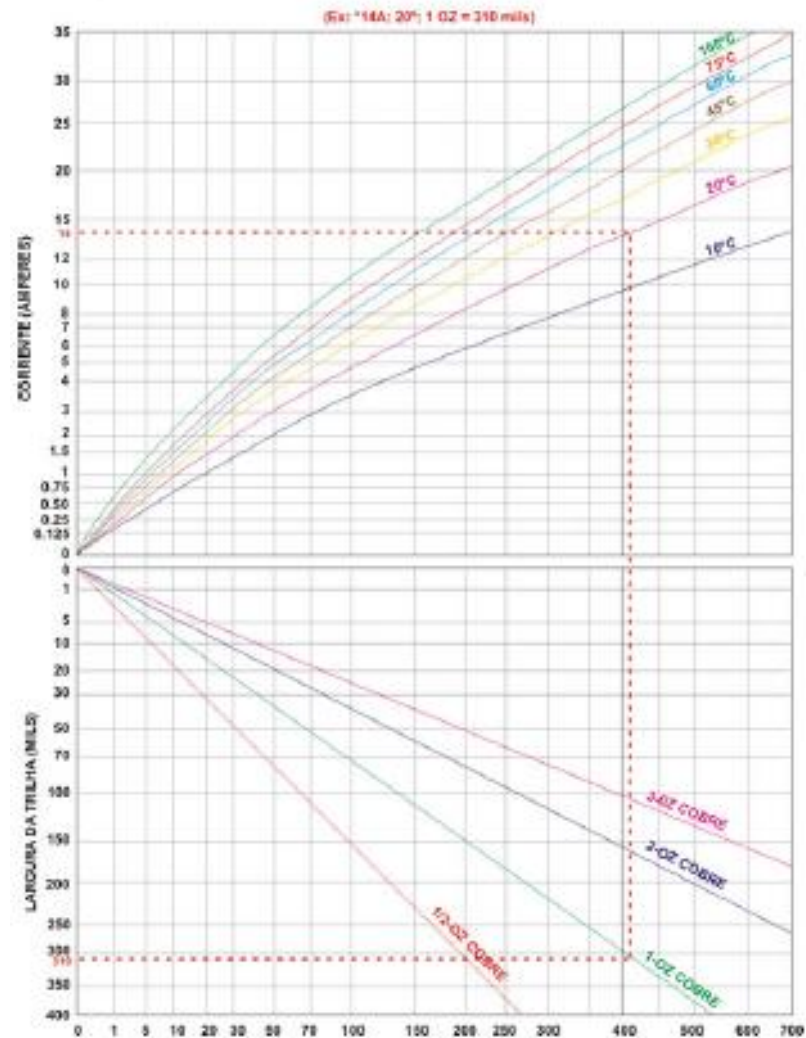


Largura das trilhas:
0,75 mm
30 mils

PCB

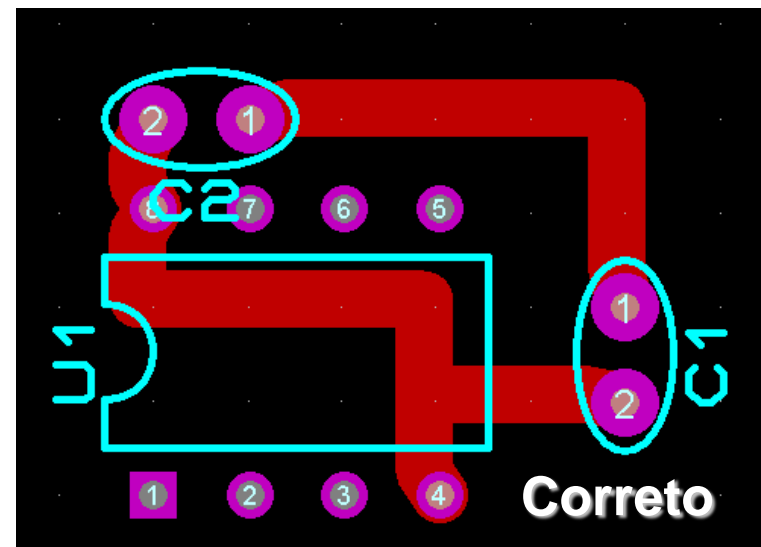
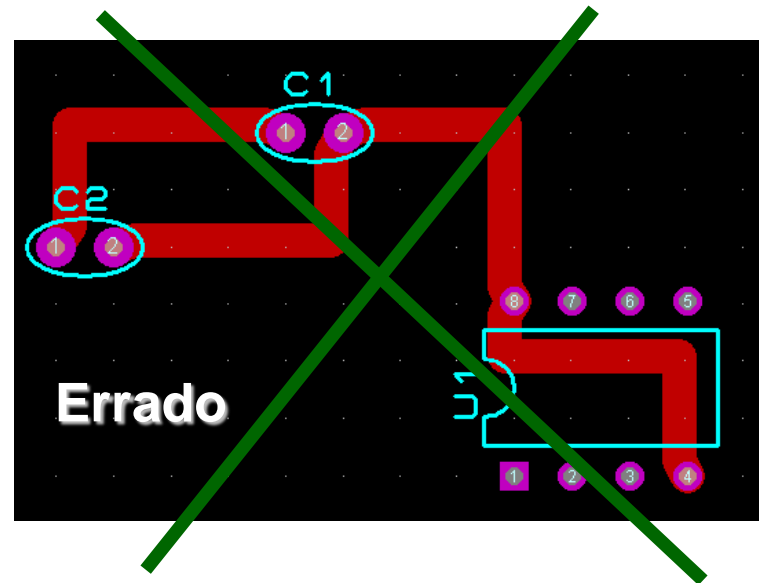
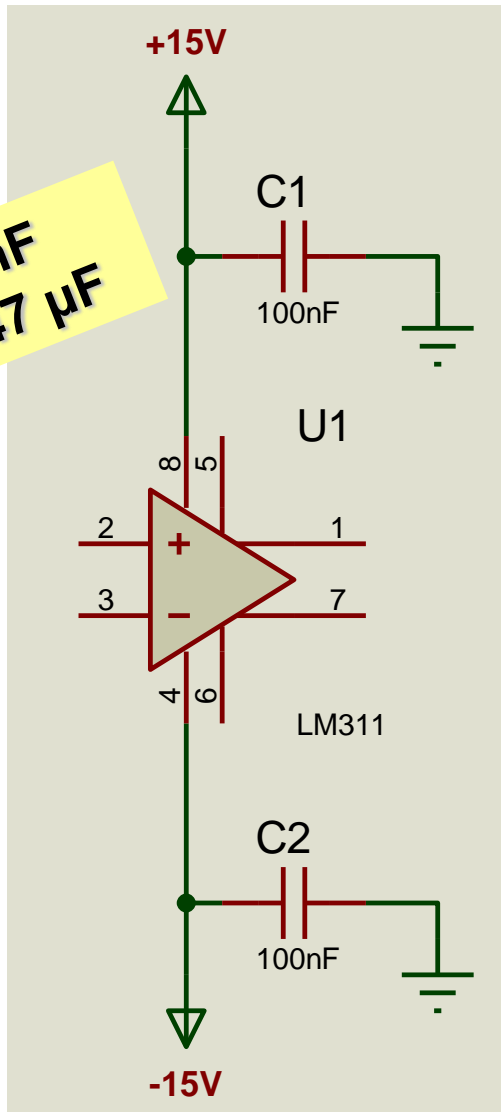
GUIA
TANGO-FRESA

GRÁFICO USADO PARA DETERMINAR A CORRENTE, A LARGURA DAS TRILHAS DE COBRE EM VÁRIAS ELEVÇÕES DE TEMPERATURA ACIMA DA TEMPERATURA AMBIENTE

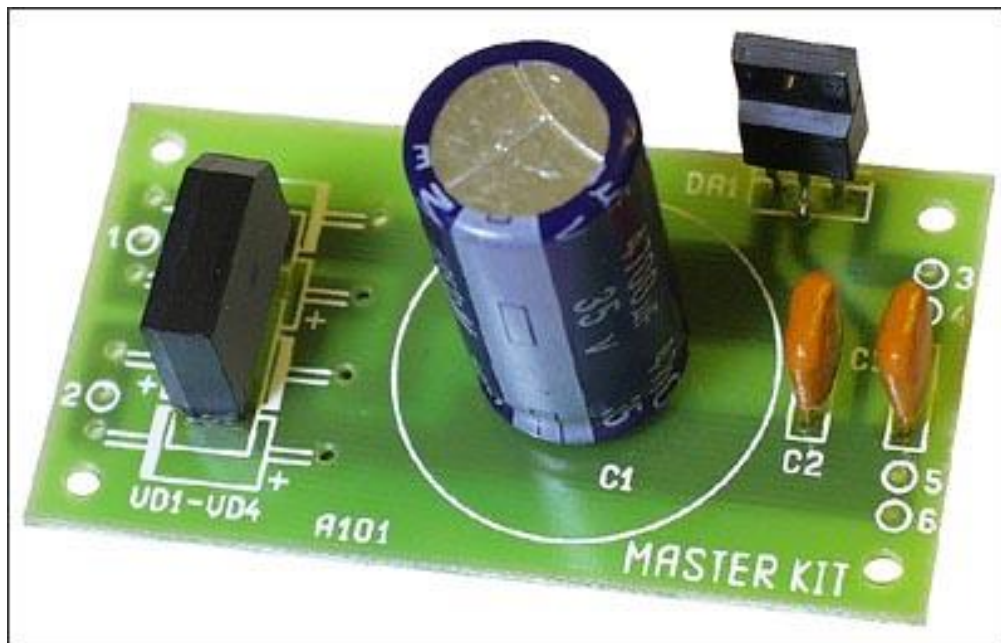


PCBs e layout

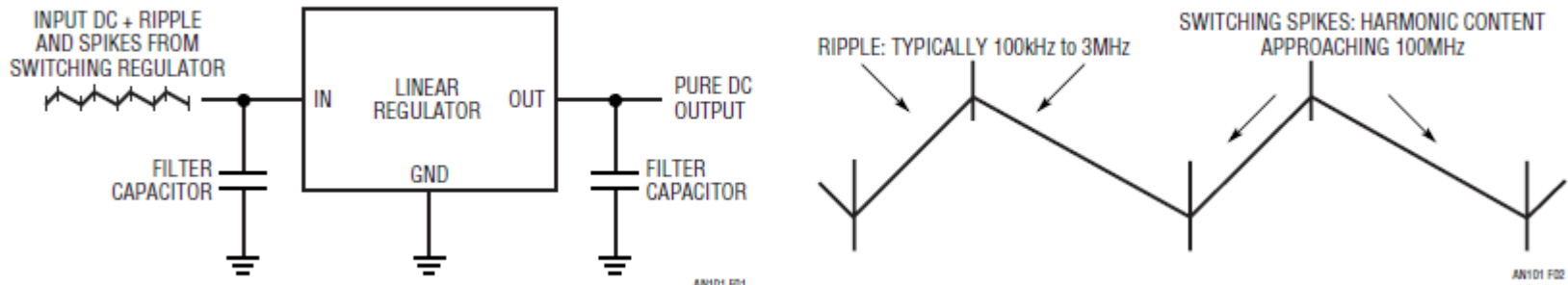
100 nF
ou 0,47 μ F




PCBs e layout



PCBs e layout




Application Note 101
July 2005

Minimizing Switching Regulator Residue in Linear Regulator Outputs

Banishing Those Accused Spikes

Jim Williams

INTRODUCTION

Linear regulators are commonly employed to post-regulate switching regulator outputs. Benefits include improved stability, accuracy, transient response and lowered output impedance. Ideally, these performance gains would be accompanied by markedly reduced switching regulator generated ripple and spikes. In practice, all linear regulators encounter some difficulty with ripple and spikes, particularly as frequency rises. This effect is magnified at small regulator V_{IN} to V_{OUT} differential voltages; unfortunate, because such small differentials are desirable to maintain efficiency. Figure 1 shows a conceptual linear regulator and associated components driven from a switching regulator output.

The input filter capacitor is intended to smooth the ripple and spikes before they reach the regulator. The output capacitor maintains low output impedance at higher frequencies, improves load transient response and supplies frequency compensation for some regulators. Ancillary purposes

include noise reduction and minimization of residual input-derived artifacts appearing at the regulators output. It is this last category—residual input-derived artifacts—that is of concern. These high frequency components, even though small amplitude, can cause problems in noise-sensitive video, communication and other types of circuitry. Large numbers of capacitors and aspirin have been expended in attempts to eliminate these undesired signals and their resultant effects. Although they are stubborn and sometimes seemingly immune to any treatment, understanding their origin and nature is the key to containing them.

Switching Regulator AC Output Content

Figure 2 details switching regulator dynamic (AC) output content. It consists of relatively low frequency ripple at the switching regulator's clock frequency, typically 100kHz to 3MHz, and very high frequency content "spikes" associated with power switch transition times. The switching regulator's pulsed energy delivery creates the ripple. Filter capacitors smooth the output, but not completely. The

© 2005 Linear Technology Corporation. All rights reserved.
All other trademarks are the property of their respective owners.

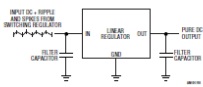


Figure 1. Conceptual Linear Regulator and its Filter Capacitors Theoretically Reject Switching Regulator Ripple and Spikes

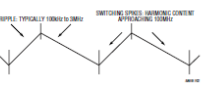

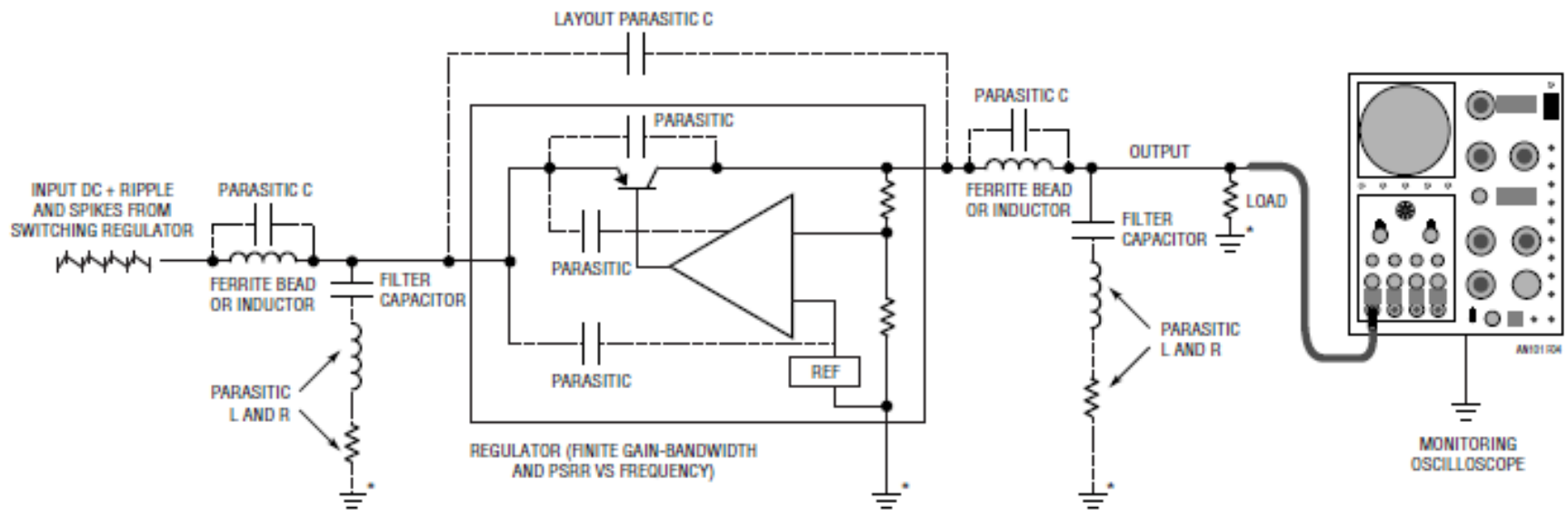


Figure 2. Switching Regulator Output Contains Relatively Low Frequency Ripple and High Frequency "Spikes" Derived from Regulators Pulsed Energy Delivery and Fast Transition Times

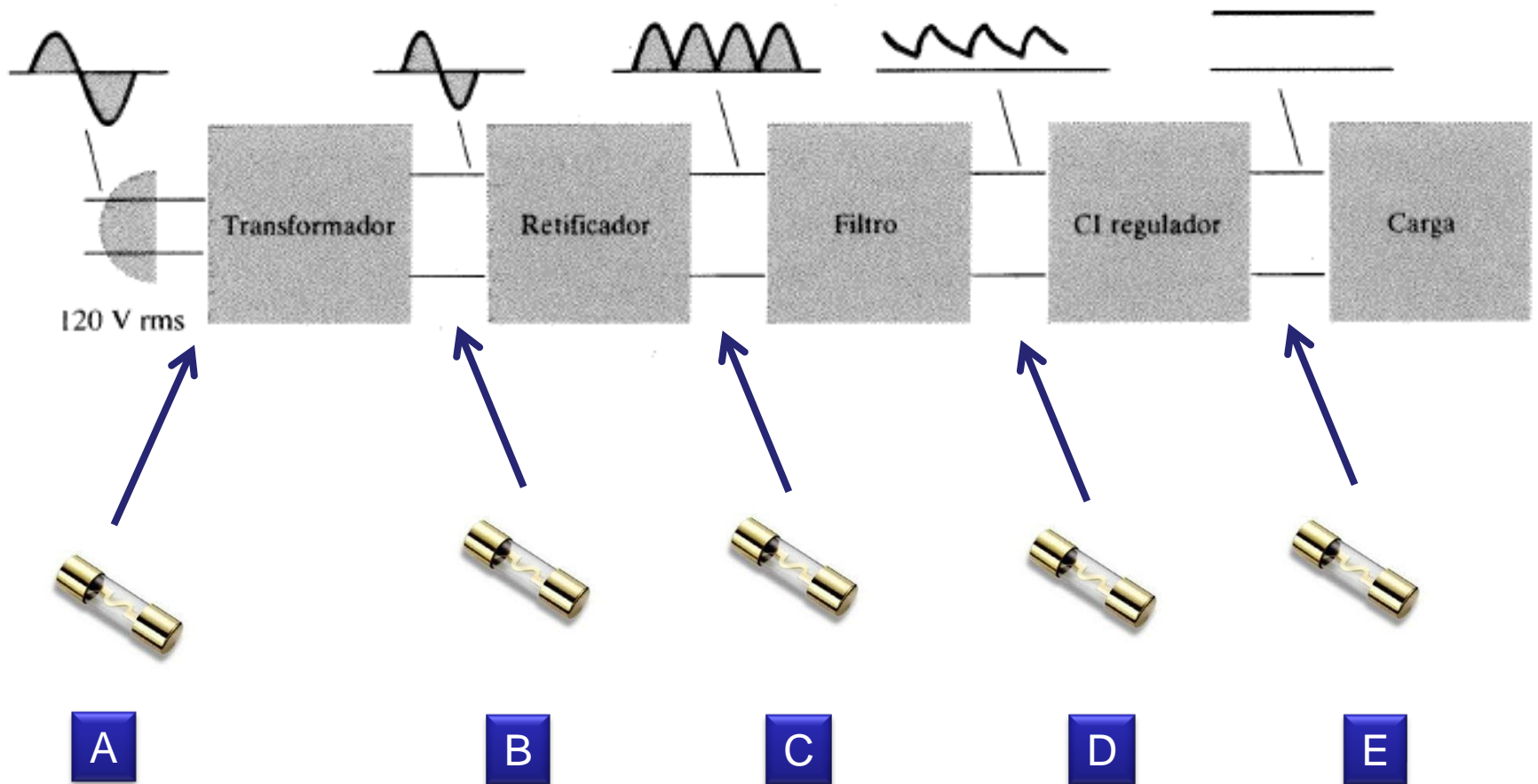

AN101-1

PCBs e layout



Cuidados com trilhas longas >> parasitas

Proteções



Proteções

Opção A:

- Fusível colocado na entrada do circuito;
- Protege a fonte contra risco de incêndio;
- Protege a instalação elétrica;
- Não protege os componentes da fonte;
- Deve suportar a corrente de carga dos capacitores.

Opção B:

- Fusível colocado na saída do transformador;
- Protege o transformador contra faltas na fonte e na carga;
- Não protege os componentes após o transformador;
- Deve suportar a corrente de carga dos capacitores.

Proteções

Opção C:

- Fusível colocado após os diodos;
- Deve suportar a corrente de carga dos capacitores;
- Protege o transformador e os diodos contra faltas no regulador e na saída da fonte.

Opção D:

- Fusível colocado após o filtro capacitivo;
- Não precisa suportar a corrente de carga dos capacitores;
- Pode ser dimensionado melhor;
- Protege os elementos da fonte contra faltas nos reguladores e na saída.

Proteções

Opção E:

- Fusível colocado na saída da fonte;
- Protege todos os elementos da fonte contra faltas na carga;
- Pode ser dimensionado com facilidade;
- Não precisa suportar a corrente de carga dos capacitores.

Proteções

Exemplo:

- Dimensionar a proteção de uma fonte linear:
 - Usando resistor fusível ou fusível de vidro;
 - Corrente média na saída de 1,5 A;
 - Tensão média na saída de 5 V;
 - Transformador de 220 V/9 V;
 - A fonte possui um regulador LM7805;
 - Capacitor de filtro de 2200 μF ;
 - Diodos retificadores 1N4001.



Próxima aula

Parte 1 – Fontes lineares:

1. Projeto completo de uma fonte linear.